Als die Funktechnik noch Funken sprühte

Rudolf Heinrich

Kultur & Technik setzt hier die Serie von Veröffentlichungen unbekannter oder kaum bekannter Dokumente fort. Der Herausgeber, Dr. rer. nat. Rudolf Heinrich, ist Leiter der Sondersammlungen des Deutschen Museums.

Die moderne Seenotrettung wäre ohne drahtlose Nachrichtenübertragung undenkbar. Jeder kennt die Bedeutung des Notsignals „SOS", aber wer waren die Männer, die das Senden und Empfangen dieses Signals von Schiff zu Schiff über Hunderte von Kilometern hinweg bei Nacht und Nebel ermöglicht haben? Fast automatisch fällt hier der Name Guglielmo Marconis, jenes genialen italienischen Tüftlers und Organisators, der für seine Pionierleistungen 1909 den Nobelpreis für Physik erhielt. Daß die andere Hälfte des Preises dem deutschen Physiker Ferdinand Braun (1850–1918) zuerkannt wurde, ist heute fast vergessen. Und doch war dies eine weise Entscheidung der Stockholmer Akademie, denn auch der stille Gelehrte von der Universität Straßburg hatte einen wesentlichen Beitrag zur Funktechnik geleistet. Zu Recht ist auf der Nobelpreisurkunde der Braunsche Funkensender von 1898 mit dem charakteristischen Schwingkreis aus Spule und Kondensator und der induktiven Ankopplung der Antenne abgebildet, denn ohne ihn wäre der Siegeszug der drahtlosen Telegraphie am Anfang unseres Jahrhunderts nicht möglich gewesen. Nehmen wir noch den zeitweise überaus populären Kristalldetektor (1899/1901), die Rahmen-Richtantenne (1899/1913), den Ferritkern für Hochfrequenz-Spulen (1902) hinzu und bedenken, daß Ferdinand Braun mit seinen tüchtigen Mitarbeitern – unter ihnen Jonathan Zenneck, der künftige Nachfolger Oskar von Millers als Leiter des Deutschen Museums – auch theoretisch das neue Lehrfach „Drahtlose Nachrichtentechnik" begründen half, so würde ihm dies allein schon einen ehrenvollen Platz in der Geschichte der Naturwissenschaften sichern.

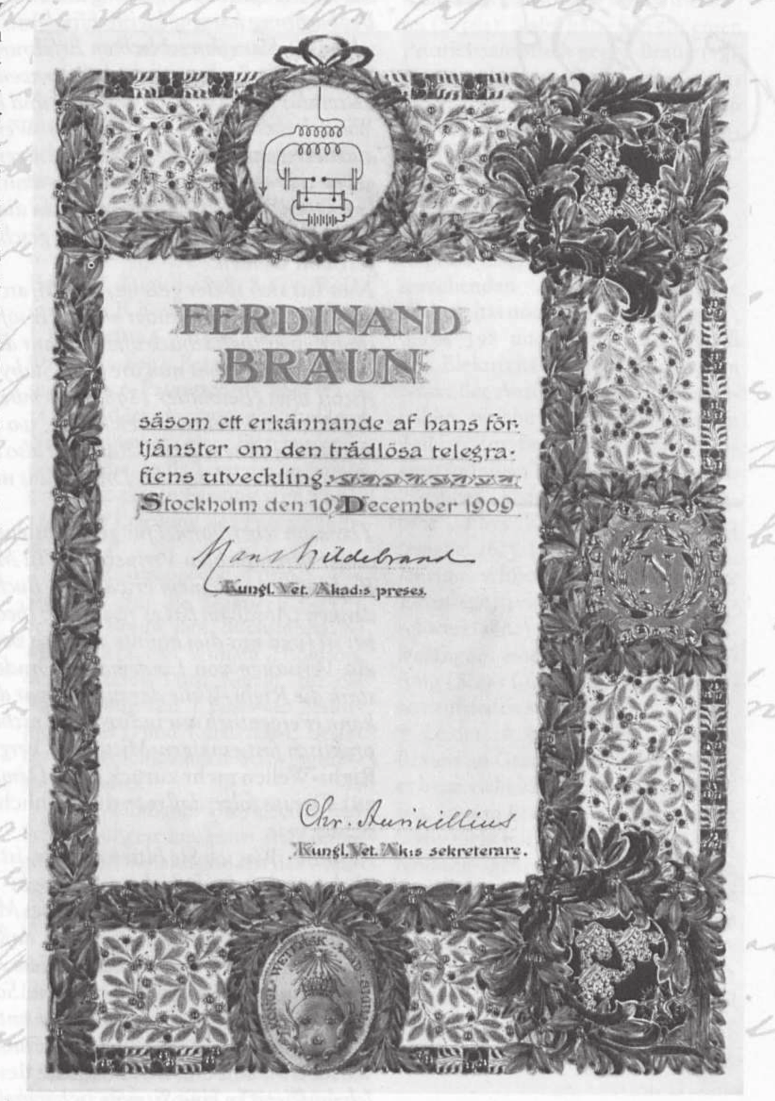
Dabei haben wir die vielleicht wichtigste Erfindung des gebürtigen Fuldaers noch gar nicht erwähnt: die nach ihm benannte Braunsche Röhre (Cathode Ray Tube, CRT). Ob als Bildschirm beim Fernseher, ob als Radarschirm bei der Flugüberwachung, ob als Oszillograph in der Meßtechnik – dieses 1897 erstmals vorgeführte universelle Nachweisinstrument für elektrische Schwingungen ist aus unserer technischen Zivilisation nicht wegzudenken. Daß Braun mit der Entdeckung und Untersuchung des Gleichrichtereffekts bei Halbleitern (1874–1883) auch zu den Ahnherren der Transistortechnik zählt, dürfte selbst Fachleute überraschen.

Diese und viele weitere Entdekkungen des großen Forschers und Experimentators sind in der sorgfältig recherchierten Biographie von Friedrich Kurylo (Ferdinand Braun, München 1965, 288 S.) festgehalten, wobei auch die menschliche Seite, etwa Brauns liebenswürdiger Humor oder seine Schwäche im Zahlenrechnen, nicht zu kurz kommt.

Ferdinand Braun starb fern der Heimat am 20. April 1918 in New York, wohin er 1914 wegen eines Patentprozesses gegen die Marconi-Gesellschaft gereist war – der Krieg hatte seine Rückkehr verhindert.

Nur wenige Autographen Brauns sind in öffentliche Institutionen gelangt, die meisten davon ins Deutsche Museum: Hier wurde aus verschiedenen Schenkungen ein „Nachlaß Braun" (N3) gebildet, der neben mehreren Manuskripten Brauns und etwa 40 an ihn gerichteten Briefen auch die Nobelpreisurkunde enthält. Außerdem besitzt das Deutsche Museum etwa 20 eigenhändige Briefe Brauns – darunter den hier abgedruckten – in den Nachlässen von Leo Graetz (1856–1941) und Jonathan Zenneck (1871–1959). Leo Graetz, seit 1893 Professor für Physik an der Universität München, gehörte zu Brauns engsten Freunden, seit sich die beiden wohl 1881 in Straßburg kennengelernt hatten. Große Verdienste erwarb sich Graetz mit seinen Lehrbüchern über Physik und Elektrizitätslehre, die in zahlreichen Auflagen und Sprachen erschienen; daneben ist sein Name bis heute mit der von ihm im Jahr 1897 angegebenen Vollwellen-Gleichrichterschaltung verknüpft.

Der Brief gibt eine Vorstellung von der frühen Funk(en)telegraphie und von den teilweise massiven Auseinandersetzungen unter ihren Protagonisten. Diese uns heute oft kleinlich anmutenden Streitigkeiten waren keineswegs rein akademischer Natur, denn hinter jedem Gelehrten standen große Firmen mit ihren Finanzinteressen (Braun arbeitete z. B. mit Siemens & Halske zusammen, Adolf Slaby mit der AEG, Marconi hatte seine eigene Firma). Um dem Leser die Zusammenhänge zu verdeutlichen, sind die Anmerkungen bewußt sehr ausführlich gehalten.



FERDINAND BRAUN

såsom ett erkännande af hans förtjänster om den trådlösa telegrafiens utveckling.

Stockholm den 10 December 1909

Hans Hildebrand
Kungl. Vet. Akad:s preses.

Chr. Aurivillius
Kungl. Vet. Ak:s sekreterare.

Nobelpreis-Urkunde für Ferdinand Braun, verliehen am 10. Dezember 1909. In der Vignette oben der Braunsche Sender.

(Foto: Deutsches Museum)

Ferdinand Braun an Leo Graetz

Brief, Straßburg 10. 2. 1903, Hs. 1933–9/8(7

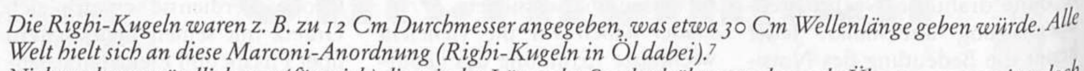
Ferdinand Braun

Lieber Graetz! *Str[aßburg], 10. 2. 03*

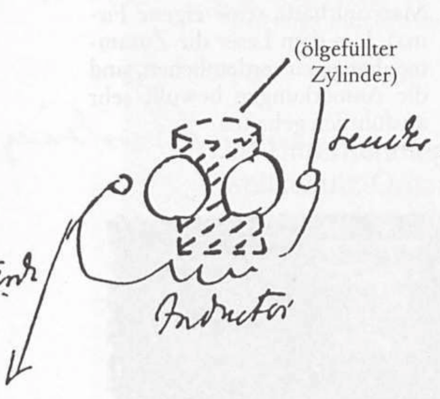
Entschuldigen Sie meine späte Antwort, Arbeit und Katzenjammer wechseln sich ab. Meine heutige Depesche hoffe ich in Ihrem Besitz.[1]

Ich erhielt gestern das Buch von Righi-Dessau über drahtlose Telegraphie,[2] *welches sehr gut ist, aber einige Fehler hat, durch deren Richtigstellung Sie sich ein Verdienst erwerben, mir außerdem einen großen Gefallen thun könnten.*[3] *Dessau sagt (allerdings in Widerspruch mit seinen späteren Detailangaben) in irrthümlicher Auffassung (woher sie rührt habe ich bei ihm angefragt), daß ich mit kilometerlangen Wellen arbeite.*[4] *Dies ist nun nicht der Fall, ist mir auch schon wegen der mit abnehmender Frequenz abnehmenden Strahlung nie (jedenfalls nicht als Regel und Endziel) eingefallen; ferner weil Coherer auf schnellere Schwingungen scheints immer am besten anspricht, jedenfalls in seiner üblichen alten Schaltung (Marconi-Popoff).*[5] *Slaby hat geflissentlich dies auch als meine Ansicht verbreitet, umsomehr liegt mir an einer Richtigstellung.*[6]

Historisch ist die Sache so: Marconi arbeitete mit Righi-Geber und Ansatzdrähten. Alle Welt glaubte damals, er arbeite daher – und es habe sich aus seinen Versuchen dies als das Beste herausgestellt – mit sehr kurzen Wellen.



Die Righi-Kugeln waren z. B. zu 12 Cm Durchmesser angegeben, was etwa 30 Cm Wellenlänge geben würde. Alle Welt hielt sich an diese Marconi-Anordnung (Righi-Kugeln in Öl dabei).[7]



Nicht recht verständlich war (für mich) die mit der Länge der Senderdrähte zunehmende Übertragungsweite; doch konnte dies von der größeren Entfernung des Senderdrahtes von der Erde bedingt sein, so daß gewissermaßen nur das oberste Ende zur Wirkung kam. Für kurze Wellen sprachen die Angaben, daß Beugungserscheinungen kaum in Beobachtung kamen, kleine Hindernisse sehr merkliche Schwächung brachten (schädlicher Einfluß der Erdnähe schien auch aus den schlechten Erfahrungen mit horizontalen Drähten zu folgen).

So stand die Sache nach mehr oder weniger klar ausgesprochener allgemeiner Annahme, die aber durch die ganze Litteratur hindurchgeht, 1897, 98 und bis tief in 1899 hinein.

Was ich wollte, war zweierlei: 1) Wenn Wellen, welche gegenüber diesen *auf 30 Cm geschätzten lang waren, auch verwendbar waren, diese benutzen; weil sie a) bessere Beugung geben würden, also Hindernisse leichter umgehen würden (man denke z. B. an akustische Wellen, wo die längsten hörbaren ca. 6 M = λ haben*[8] *und um die Ekken gehen); b) vor Allem, weil man diese in Flaschenkreisen machen und daher ordentlich Energie dahinter setzen konnte. 2) Diese sollten in einem geschl[ossenen] Kreise gemacht und durch den angehängten offenen Sender ausgestrahlt werden.*[9]

Nun hat sich später gezeigt, daß M[arconi] auch nicht mit seinen vermeintlich kurzen Wellen arbeitete, sondern auch mit längeren (Sender = λ/4). Insofern habe ich einen Irrthum begangen, und was ich als stärkere Beugung ansprach, war thatsächlich offenbar nur die Folge größerer Energie.

Und daraus kommt nun die (von Slaby absichtlich herbeigeführte) Confusion. Wissenschaftlich liegt die Sache so: Ascoli wies (Beiblätter 1898, Septemberheft, gerade nachdem ich meine Patentschrift gemacht hatte)[10] *darauf hin, daß Marconi Wellen haben könne, wo Senderlänge = λ/4. Er setzte dabei aber voraus, daß nur 2 Kugeln am Ende der Drähte sässen, Righi-Radiator also nicht da war, und rechnete einfach Capacität von Kugeln + Draht, desgleichen Selbstinduktion des Drahtes aus und dann nach*

Thomson'scher Formel für geschl[ossenen] Kreis N und damit λ.[11] *Das konnte so sein, beweisbar war es nicht. Zu dieser vereinfachten Versuchsform ist Marc[oni] im Jahr 1899 thatsächlich übergegangen.*

Righi meint in seinem erwähnten Buch, daß es eigentlich selbstverständlich so sein müsse. Das sollte man freilich denken (Abraham hat es 1899 auch theoretisch im Wesentlichen so gefunden).[12] *Daß aber, wenn Righi-Sender dabei ist (und nur dies konnte 1898 als veritable Marconi-Schaltung gelten), die Sache doch nicht so einfach ist, folgt aus Versuchen von Lindemann (Drudes Ann. Bd. 2, 376, 1900):*[13] *er findet auch mit Ansatzdrähten immer sehr stark die Righi-Welle darauf, ja sogar deren Intensität durch die Ansatzdrähte vergrößert. Die tiefere Schwingung kann er eigentlich nur indirect und nicht so scharf nachweisen, und sie tritt mit Vergrößerung der Funkenlänge, dem praktisch fast einzigen Mittel zur Vergrößerung der Senderenergie im M[arconi]-Sender, gerade gegenüber den* Righi-Wellen mehr zurück *(ihre Dämpfung nimmt nach Lindemann's Auffassung mit der Länge des Luftfunkens zu). Daraus folgt, daß man* thatsächlich sehr gut that, wenn man in der Auffassung des M(arconi)-Senders vorsichtig war.

Resumé: *Was ich Sie bitten möchte, ist also:*

1) hervorheben, daß ich nur zu Righi-Wellen relativ lange *wollte*

2) (daß die damalige Auffassung des M[arconi]-Senders auch thatsächlich nicht so einfach ist)

3) daß aber nur bei der Annahme, daß man längere als die Righi-Wellen benutzen könne, die Erregung aus dem Flaschenkreise einen Sinn hatte. Diese Annahme mußte also vorausgehen; wäre sie schon bewiesen gewesen, so wäre mir einige Mühe gespart worden. Solange man an diese nicht glaubte oder prüfte, ob sie es thäten, konnte der Schwingungskreis überhaupt nicht entstehen (ein à la Tietz oder Slaby zur Funkenstrecke parallel geschalteter Condensator[14] *hätte höchstens die Funkendämpfung herabsetzen können).*

Würden Sie mir einen Fahnensatz des betreffenden Abschnittes zur Durchsicht schicken?[15]

Ich muß jetzt in eine Sitzung; ich schreibe morgen den Rest, Slaby betreffend.[16]

Freundl. Gruß in Eile

Ihr

F. Braun

Anmerkungen zum Brief

[1] Brauns „Katzenjammer" rührte wohl von den ständigen Auseinandersetzungen mit seinem Widersacher Adolf Slaby (1849–1913) her. Dieser hatte 1901 im Verein mit der AEG das Braunsche Senderpatent (vgl. Anm. 9) angegriffen und nach dem Scheitern der Klage einen Prioritätsstreit in den „Annalen der Physik" vom Zaun gebrochen, der Braun zu zwei geharnischten Erwiderungen am 22. 10. und 27. 12. 1902 gezwungen hatte. Die Aussicht auf eine engere Zusammenarbeit mit dem Charlottenburger Kollegen – der Kaiser und die Presse drängten auf eine Kooperation zwischen AEG/Slaby und Siemens/Braun, die dann auch im Mai 1903 zur Gründung der gemeinschaftlichen Firma „Telefunken" führte – mußte auf Braun unter diesen Umständen bedrückend wirken.
Das Telegramm ist vermutlich verlorengegangen, jedenfalls befindet es sich nicht im Nachlaß Graetz.

[2] Augusto Righi und Bernhard Dessau: Die Telegraphie ohne Draht, Braunschweig 1903, 481 S. (La telegrafia senza filo, Bologna 1902, 518 S.) Righi (1850–1920) war o. Professor für Physik an der Universität Bologna und Lehrer Marconis. 1892 hatte er den nach ihm benannten Funkensender entwickelt. Der gebürtige Offenbacher Bernardo Dessau (1863–1949) war Privatdozent bei Righi und wurde 1904 Professor für Physik in Perugia. Von ihm stammte der zentrale Teil des Buches, nämlich der Abschnitt 3 „Die *elektrische* Telegraphie ohne Draht". Der Braunsche Sender wird darin sehr eingehend behandelt und als allen anderen überlegen charakterisiert.

[3] Graetz bereitete damals gerade die 10. Auflage seines Lehrbuches „Die Elektrizität und ihre Anwendungen" (Vorwort Februar 1903) und die 3. Auflage seines mehr populär gehaltenen „Kurzen Abrisses der Elektrizität" (Vorwort April 1903) vor. Beide Werke enthalten Kapitel über drahtlose Telegraphie.

[4] A. a. O. S. 384 heißt es: „Die Länge der Wellen, mit denen die ersten Versuche über drahtlose Telegraphie angestellt wurden, betrug höchstens ein paar hundert Meter; dagegen arbeitet *Braun* mit Wellen, deren Länge sich nach Kilometern mißt."

[5] Der Kohärer, auch Fritter genannt, war das wichtigste Nachweisinstrument für elektromagnetische Wellen vor Erfindung der Elektronenröhre. Er beruht auf dem schlagartigen Zusammenbacken (Fritten) von Metallpulver (z. B. Eisenfeilspänen) unter der Einwirkung elektromagnetischer Wellen, wobei der elektrische Widerstand des Pulvers um mehrere Zehnerpotenzen auf wenige Ohm abnimmt. Diese Schalterfunktion dient dazu, ein Relais zu betätigen, das seinerseits einen Morseschreiber oder ein anderes Nachweisinstrument in Gang setzt. Da die in einem Glasröhrchen zwischen zwei Elektroden befindlichen Metallteilchen beim Signalende nicht von selbst auseinanderfallen, müssen sie jedes Mal durch einen Klopfmechanismus getrennt werden. Die dadurch beschränkte Arbeitsgeschwindigkeit läßt nur die drahtlose Übertragung von Morsesignalen, nicht aber von Sprache oder gar Musik zu.
Der russische Physiker Alexander Stepanowitsch Popow (1859–1906) hatte bereits im Frühjahr 1895 mit dem Kohärer Radiosignale eines Hertzschen Senders in 60 m Entfernung nachgewiesen. Marconi übernahm Popows Anordnung, benutzte aber einen Righi-Oszillator (vgl. Anm. 7) als Sender.

[6] Auf welche Veröffentlichung Slabys sich Brauns Bemerkung bezieht, ist nicht erfindlich; möglicherweise sind ungedruckte Vorträge oder die Begründung zur Patentanfechtungsklage der AEG (vgl. Anm. 1) gemeint.

[7] Der Righi-Sender bestand, wie Brauns Skizze zeigt, aus vier Metallkugeln: zwei kleinen äußeren, die von einem sog. Rühmkorff-Induktor mit Hochspannungsimpulsen versorgt wurden, und zwei größeren, eng beieinander liegenden inneren (den eigentlichen „Righi-Kugeln"), die sich meist zur Hälfte in einem ölgefüllten Zylinder befanden (schraffierter, vom Hrsg. hinzugefügter Teil der Skizze). Beim Anlegen der Hochspannung sprangen jeweils drei Funken über: zwei längere von den äußeren auf die inneren und ein dritter kürzerer, zwischen den beiden inneren Kugeln. Genutzt wurde die von letzteren erzeugte elektromagnetische Welle, und zwar durch direkte (galvanische) Ankopplung des Antennen-und des Erddrahtes an die beiden äußeren Kugeln. Daß durch die Selbstinduktion und die Kapazität dieser „Ansatzdrähte" die Wellenlänge wesentlich erhöht wird, hatte man lange übersehen, wie Brauns folgende Ausführungen zeigen.

[8] Die Wellenlänge $\lambda = 6$ Meter ergibt sich nach der Formel $\lambda = \frac{v}{f}$ bei der Schallgeschwindigkeit $v = 330\,m/s$ für die Frequenz $f = 55$ Hertz („Kontra-A").

[9] Seinen sog. Flaschenkreis, einen durch die Funkenstrecke geschlossenen Serienschwingkreis mit Leydener Flaschen als Kapazität und einer Drahtspule als Induktivität, hatte sich Braun mit dem DRP 111 578 vom 14. 10. 1898 schützen lassen. Durch Änderung der Flaschenzahl läßt sich die Oszillatorfrequenz auf die Eigenfrequenz der ($\lambda/4$-)Antenne (des „offenen Senders") abstimmen, wobei letztere von einer Sekundärwicklung der Schwingkreisspule gespeist wird. Bei dieser „indirekten" Kopplung wird die Oszillatorleistung wesentlich weniger gedämpft, und die Potentialfreiheit gestattet den Verzicht auf aufwendige Isolierungs- und Sicherheitsmaßnahmen. Brauns Anordnung setzte sich schnell durch; auch Marconi und Slaby, seine schärfsten Konkurrenten, benutzten sie unerlaubterweise, was zu vielen Querelen Anlaß gab (vgl. Anm. 1).

[10] Moisé Ascoli: Über die Marconi'schen Apparate. Ann. Phys., Beibl. 22, August 1898, S. 610 (Referat von B. Dessau über Ascolis in L'Elettricista 6, 1897 erschienene Originalarbeit). Braun spielt hier auf seine erste Patentschrift vom 12. 7. 1898 an, der jedoch das entscheidend Neue, nämlich der Flaschenkreis, noch fehlte, so daß erst die in Anm. 9 genannte zweite Fassung vom 14. 10. 1898 zur Erteilung des Patents führte.

[11] Die Thomsonsche Formel $T = 2\pi\sqrt{LC}$ (für die Frequenz $f = 1/T$ benutzt Braun den Buchstaben N) wurde 1853 von William Thomson, dem späteren Lord Kelvin, für die Schwingungszeit T eines aus Selbstinduktion L und Kapazität C bestehenden geschlossenen Schwingkreises gefunden.

[12] Max Abraham: Die electrischen Schwingungen um einen stabförmigen Leiter, behandelt nach der Maxwell'schen Theorie. Ann. Phys. 66, 1898, S. 435–472.

[13] Gemeint ist die preisgekrönte Arbeit des Rostocker Physikers Adolf Lindemann über die Wirkung der Ansatzdrähte beim Righi-Sender, Ann. Phys. 2, 1900, S. 376–397.

[14] Slabys Assistent Dr. Martin Tietz hatte in dem Artikel „Die Abstimmung bei der Funkentelegraphie ohne Fritter", ETZ 19, 1898, S. 562–565, seine Beobachtung wiedergegeben, daß „z. B. auch die Einschaltung eines Kondensators parallel zur Funkenstrecke sehr wirksam" sei (S. 564). Slaby hatte hieraus einen Prioritätsanspruch gegen Braun (vgl. Anm. 1) konstruieren wollen, was dieser jedoch leicht widerlegen konnte, da nicht die Parallel-, sondern die Serienschaltung zur Funkenstrecke den wesentlichen Fortschritt gebracht hatte.



Leo Graetz

[15] Graetz scheint dem Wunsch gefolgt zu sein; jedenfalls sind die entsprechenden Abschnitte in „Die Elektrizität und ihre Anwendungen", S. 596–598 und im „Kurzen Abriß der Elektrizität", S. 191 f., ganz im Sinne der Ausführungen Brauns gehalten, welche dieser auch selbst im Teil I („Zur Beseitigung eines Mißverständnisses") seines Artikels „Notizen über drahtlose Telegraphie", Phys. Z. 4, 1903, S. 361–364 (eingeg. 16. 3. 1903) publizierte.
Dessau schließlich wählte in der 2. Auflage seines Buches (Braunschweig 1907) hinsichtlich der Wellenlängen eine neutrale Formulierung (S. 481 f.), so daß Braun durchaus zufrieden sein konnte.

[16] Leider ist ein solches Schreiben Brauns an Graetz nicht nachweisbar; es hätte vielleicht klarer erkennen lassen, warum Braun speziell gegenüber Slaby nicht mit langen Wellen in Verbindung gebracht werden wollte. Denkbar wären wirtschaftliche Überlegungen, weil z. B. die Marine mit solchen Wellen wegen der erforderlichen langen Antennen nicht arbeiten konnte. □